

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Juni 2005 (23.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/056342 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60R 16/02**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002710

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Dezember 2004 (10.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 58 274.6 11. Dezember 2003 (11.12.2003) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH [DE/DE]; Sieboldstrasse 19, 90411 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): JOOS, Uli [DE/DE]; Conrad-Forster-Strasse 66, 88149 Nonnenhorn (DE). SCHNELL, Josef [DE/DE]; Hege 2, 88148 Wasserburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL,

AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR PULSE WIDTH-MODULATED CONTROL OF A PLURALITY OF LOAD ELEMENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR PULSWEITENMODULIERTEN ANSTEUERUNG EINER MEHRZAHL VON LADELEMENTEN

(57) Abstract: The invention relates to a method for pulse width-modulated control of a plurality of load elements, particularly during supply of the load elements from a common supply system in motor vehicles, wherein the load elements are controlled in a time staggered manner with respect to one another, more particularly in a phase staggered manner within a common pulse width. Switch loads and high frequency interferences in the supply lines and the corresponding emissions can thus be reduced. The invention also discloses a circuit arrangement in which a corresponding phase staggered control is achieved with only one counter.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur pulsweitenmodulierten Ansteuerung einer Mehrzahl von Lastelementen, insbesondere bei Versorgung der Lastelemente aus einem gemeinsamen Versorgungsbordnetz in Kraftfahrzeugen, wobei die Lastelemente jeweils zueinander zeitlich versetzt, insbesondere phasenversetzt innerhalb einer gemeinsamen Pulsbreite angesteuert werden. Dadurch können die Schaltbelastungen und hochfrequente Störungen auf den Versorgungsleitungen sowie entsprechende Abstrahlung reduziert werden. Zudem wird eine Schaltungsanordnung vorgestellt, bei der mit nur einem Zähler eine entsprechende phasenversetzte Ansteuerung erzielt wird.

WO 2005/056342 A1

Verfahren zur pulsweitenmodulierten Ansteuerung einer Mehrzahl von Lastelementen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur pulsweitenmodulierten Ansteuerung einer Mehrzahl von Lastelementen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Ansteuerung vieler elektrischer Lasten im Kfz (zB. Lampen, Heizwendeln, ...) erfolgt mittels Pulsweitenmodulation (PWM). Hierbei kann die an die Last abgegebene Leistung geregelt oder gesteuert werden, wobei die Verluste in der Ansteuerelektronik durch den Schaltbetrieb klein gehalten werden können.

Bei der pulsweitenmodulierten Ansteuerung von Lasten im KfZ werden jedoch über die Batterie- und Lastzuleitungen elektromagnetische Felder emittiert, die den Rundfunkempfang im Fahrzeug stören können.

Deshalb wurden hierzu in verschiedenen Normen (IEC, ISO, CISPR) Grenzwerte festgelegt, die die Beeinflussung des Rundfunkempfängers in den entsprechenden Spektren auf ein erträgliches Maß reduzieren.

Die Unterdrückung der Wechselströme auf den Zuleitungen erfolgt gewöhnlich mit Tiefpaßfiltern (LC) in den Eingangsleitungen. Die Größe und auch die Kosten der Filter richten sich nach Strombelastbarkeit, benötigte Dämpfung, Güte und Grenzfrequenz. Die PWM wird in KfZ-Steuengeräten normalerweise über für eine Mehrzahl von Lastelementen durch in den Microcontroller integrierte Timer-Module erzeugt, wobei alle PWM-Ausgänge zum selben Zeitpunkt einschalten und je nach PWM-Tastverhältnis zu verschiedenen Zeitpunkten ausschalten.

Diese Verfahren hat den Nachteil, daß dem Netz ein sehr großer Wechselstrom entnommen wird und deshalb hohe Anforderungen an die verwendeten Filter, insbesondere die Speicherkondensatoren, zu stellen sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art aufzuzeigen, durch welches die Störungen weiter verringert werden können.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Der Erfindung liegt die Verteilung mehrerer PWM-Kanäle innerhalb des Zeitfenster der Schaltfrequenz zugrunde. Es werden also die Lastelemente zeitlich versetzt angesteuert, d.h. insbesondere auch die Einschaltflanken für die einzelnen Lastelemente sind zeitversetzt und es addieren sich somit auch nicht deren hochfrequente elektromagnetische Störungen, sondern verteilen sich über die Zeit.

Insbesondere bei Versorgung der Lastelemente aus einer gemeinsamen Versorgungsleitung, wie in Kraftfahrzeugen üblich, ist dies ganz entscheidend. Das Verfahren soll insbesondere auch für ohmsche Lastelementen, bspw. für die zentrale Steuerung von Leuchtmitteln wie Lampen oder LEDs, in jeweils einem elektrisch unabhängigen Laststromkreis angewendet werden. Gerade auch im Kfz-Bereich erfolgt vorzugsweise die Ansteuerung von einem gemeinsamen Steuergerät aus pulsweitenmoduliert mit einer einheitlichen Pulsbreite, so daß die Lastelemente jeweils nur mit individuellem Puls-Pausenverhältnis angesteuert werden, wobei dann die Lastelemente innerhalb der Pulsbreite phasenversetzt angesteuert werden.

Dabei werden die Einschaltzeitpunkte innerhalb der Taktperiode vorzugsweise so verteilt, daß

- der Wechselanteil und damit die Dämpfung minimal ist
- die resultierende Frequenz (=Grundwelle) des Eingangsstromes möglichst hoch und damit die benötigte Grenzfrequenz bzw. Dämpfung möglichst hoch ist.

Dies kann durch Zuordnung der Einschaltzeitpunkte zu festen Phasenbeziehungen erfolgen.

Die Lastelemente werden vorzugsweise pulsweitenmoduliert mit einer einheitlichen Pulsbreite, jeweils individuellem Puls-Pausenverhältnis, jedoch innerhalb der Pulsbreite zueinander phasenversetzt angesteuert werden. Dadurch wird die Ansteuerung mit einem gemeinsamen Steuergerät für mehrere Lastelemente aus einem gemeinsamen Systemtakt möglich, wodurch sich die Phasenlage der einzelnen Lastelemente einfach einstellen und auch bei in sich instabilem Systemtakt recht genau halten lässt.

Die Lastelemente werden also vorzugsweise von einer gemeinsamen Steuereinheit mit einem gemeinsamen Systemtakt phasenversetzt angesteuert.

Die Lastelemente werden vorzugsweise mit jeweils annähernd gleichem Phasenversatz innerhalb einer Pulsbreite angesteuert, zumindest bei Lastelementen mit annähernd gleicher Leistungsaufnahme, da dieser gleiche Phasenversatz besonders einfach realisierbar ist.

Diese Ansteuerung lässt sich besonders einfach durch einen gemeinsamen Zähler realisieren, in welchem der gemeinsame Systemtakt bis zu einem vorgegebenen Zählerendwert hochgezählt wird, wobei für jedes Lastelement ein individueller Startwert und ein individueller Endwert aus dem Zählbereich des Zählers vorgegeben sind.

Die Startwerte der Lastelemente weichen entsprechend der Phasenlage der Lastelemente voneinander ab und die Endwerte für die jeweiligen Lastelemente sind entsprechend dem Puls-Pausenverhältnis bestimmt.

Jedes Lastelement wird dabei für die Zeitdauer zwischen dem jeweiligen Start- und Endwert bestromt.

Bevorzugter Weise werden für unterschiedliche Betriebssituationen unterschiedliche Phasenverschiebungen der einzelnen Lastelemente zueinander vorgegeben.

Es werden dazu beispielweise zumindest einer der folgenden Parameter berücksichtigt:

- die aktuell anzusteuernden Lastelemente, insbesondere bei wechselnder Zuschaltung einzelner Lastelemente, jedoch an sich konstantem nur von der Versorgungsspannung abhängigem Pulsweitenverhältnis der einzelnen Lastelemente, wobei insbesondere bei annähernd gleicher Leistungsaufnahme es ausreichend sein kann, nur die Anzahl der aktuell anzusteuernden Lastelemente zu erfassen oder
- Pulsweite der aktuell anzusteuernden Lastelemente oder
- elektrische Leistungsaufnahme bzw. dazu proportionale Größe der aktuell anzusteuernden Lastelemente zueinander oder
- Oberwellenanteil auf der gemeinsamen Versorgungsleitung zeitlich über die Ansteuerung aller Lastelemente hinweg.

Die Ansteuerschaltung zur Durchführung dieses Verfahrens weist somit vorzugsweise zumindest einem gemeinsamen Systemtaktgeber und einem Speicherbereich für jedes Lastelement auf, in welchem die Pulsweite sowie die Phasenlage des jeweiligen Lastelements abgespeichert sind.

Vorzugsweise ist ein gemeinsamer Zähler vorgesehen, welcher den Systemtakt bis zu einem vorgegebenen Zählerendwert hochgezählt. Pulsweite und Phasenlage für jedes Lastelement werden in Form jeweils eines Startwerts und Endwerts für die phasenversetzte pulsweitenmodulierte Ansteuerung jedes Lastelements individuell abgespeichert.

Startwert und Endwert beziehen sich dabei auf den Zahlenbereich des gemeinsamen Zählers, wobei der Zähler mit Überlauf bzw. Rücksetzung arbeitet und ein Endwert mit einem Zahlenwert kleiner als der Startwert somit zeitlich bei Erreichen des Wertes nach dem Überlauf bzw. Rücksetzung erreicht wird.

Für jedes Lastelement ist daher nur ein Vergleicher erforderlich, welcher den Zählerstand mit dem Start- und Endwert vergleicht und in Abhängigkeit davon jeweils einen Schalter im Stromkreis zum Lastelement ansteuert.

Zusätzlich ist vorzugsweise ein Reset-Eingang am Zähler vorgesehen ist, durch den die Ansteuerung für alle Lastelemente gemeinsam synchronisiert werden kann, in dem der Zähler rückgesetzt und neu gestartet wird.

Vorzugsweise ist ein Speicherbereich vorgesehen, in dem für unterschiedliche Betriebssituationen unterschiedliche Phasenlagen der einzelnen Lastelemente zueinander hinterlegt sind und Mittel zur Erkennung der aktuellen Betriebssituation und Auswahl jener der aktuellen Betriebssituation zugeordneten Phasenlage vorgesehen sind.

Dazu ist denkbar, in der gemeinsamen Versorgungsleitung eine Messanordnung zur Detektion der Oberwellenanteile vorzusehen. Dadurch wird es möglich, den Oberwellenanteil zu bewerten, bspw. mit einem Schwellwert zu vergleichen und bei einem den Schwellwert übersteigenden Oberwellenanteil dies als eine Veränderung der Betriebssituation zu erkennen und eine Veränderung der Phasenlagen vorzunehmen. Man könnte sich sogar einen selbst regulierenden Regelkreis denken, der die Phasenlagen der Lastelemente zueinander nach einem vorgegebenen Schema so lange ändert, bis die Oberwellenanteile wieder unter die Schwelle sinken.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 PWM Ansteuerung von 4 Lastelementen nach dem Stand der Technik mit einem Steuergerät und Skizze der summarischen Belastung

Fig. 2 PWM-Ansteuerung mit Phasenversatz und Skizze der summarischen Belastung

Fig. 3 Beispiel einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens

Fig.4 Ansteuerung von 16 Lastelementen mit einem Duty Cycle von 50% gemäß dem Stand der Technik ohne Phasenversatz und resultierender Gesamtspannungsverlauf

Fig.5 Variante einer Ansteuerung von 16 Lastelementen mit einem Duty Cycle von 50% mit vorgegebenem Phasenversatz und resultierender Gesamtspannungsverlauf

Fig.6 Variante einer phasenverschobene Ansteuerung bei Aktivierung von 9 aus 16 Lastelementen bei Duty Cycle von 50%

Fig.7 Variante einer phasenverschobene Ansteuerung bei Aktivierung von 9 aus 16 Lastelementen bei Duty Cycle von 60%

Fig.8 Messung des Oberwellenanteils im Versorgungspfad

Fig. 1 zeigt den Verlauf mit einer herkömmlichen Ansteuerung, bei der alle Lastelemente über die hier 4 gezeigten Ansteuerkanäle (Ch.1-4) zu einem Zeitpunkt eingeschaltet und entsprechend dem individuellen Puls-Pausenverhältnis jeweils abgeschaltet werden. Dies führt aufgrund der Überlagerung zu starken hochfrequenten Störungen. Diese Ansteuerung ist zwar technisch einfach mittels eines Zählers realisierbar, weist jedoch damit auch erhebliche Nachteile auf.

Demgegenüber zeigt Fig. 2 eine erfindungsgemäße mehrphasige Ansteuerung. Die Anzahl der Phasen wird dabei gleich der Anzahl der PWM-Signale gewählt, d.h. zwischen den Kanälen besteht jeweils eine Annäherung gleiche Phasenverschiebung der Anstiegsflanke, hier von 360 Grad / 4 = je 90 Grad.

Durch graphische Addition gleichgewichteter PWM Signale kann die Verbesserung im Eingangswechselstrom hergeleitet werden.

Im vorliegenden Beispiel wird

- die Frequenz mit der Anzahl der PWM Signal multipliziert
- der Wechselanteil durch die Anzahl der PWM Signale dividiert.

Das Verfahren ist für beliebige Anzahl, Kombination und Gewichtung anwendbar, besonders vorteilhaft ist das Verfahren für binäre Stufung und Phasenanzahl.

Ein Ausführungsbeispiel für eine mehrphasige Anordnung, welche ebenfalls mit nur einem Zähler auskommt, zeigt das Beispiel in Fig. 3.

Alle PWM-Signale werden von einem Eingangstakt abgeleitet, wobei jeweils PWM Wert und -Phasenlage programmiert werden können. Das-PWM Signal selbst wird über digitale Vergleicher (EXOR) und ein nachgeschaltetes Latch (RS-Flip-Flop) gewonnen. Dabei wird das Latch immer

- zum Start der um den Phasewert verzögerten Periode, gesetzt.
- um den PWM Wert später zurückgesetzt.

Die Programmierung der Phasenlage erfolgt sehr einfach durch eine Addition des Phasenwertes zum Ausgangswert des Zählers. Deshalb ist eine binäre Stufung der Phasenlage besonders einfach zu realisieren.

Über den Sync/Reset-Eingang können mehrere PWM-Module durch Zurücksetzen des Zählers auf eine Phasenlage synchronisiert werden.

Dadurch wird eine Reduktion der elektromagnetischen Abstrahlung in den Rundfunkfrequenzbereichen von pulsweitenmodulierten Ansteuerungen durch mehrphasige Ansteuerung mehrerer PWM Signale erreicht. Die Realisierung der Mehrphasigkeit kann durch Hardware oder Software erfolgen.

Es erfolgt eine Aufteilung der verschiedenen PWM-Signale auf verschiedene Phasenbeziehungen innerhalb der Taktperiode zur optimalen Ausbildung des Eingangswechselstromes des Elektronik-Moduls mit minimaler Amplitude bzw. maximaler Frequenz. Damit kann der Aufwand für die notwendigen Eingangsfilter reduziert werden.

Nachfolgend soll anhand von Ausführungsbeispielen noch eingehender die Variation der Phasenlage in Abhängigkeit von der Betriebssituation erläutert werden.

Eingangs wurde bereits eine Möglichkeit beschrieben, bei einer variierenden Anzahl n von Lastelementen mit annähernd gleich großer elektrischer Leistungsaufnahme die Phasenlage als Quotient von $360 \text{ Grad}/n$ festzulegen. Eine solche Zerlegung ist jedoch mit einem binären Zähler nicht immer einfach abbildbar und insbesondere die Zuschaltung und Abschaltung einzelner Lastelemente bei variierender Anzahl von Lastelementen schwierig. Daher soll nachfolgend noch eine Alternative vorgestellt werden.

Die in diesem Beispiel angewendete Bildungsvorschrift zur Definition der Einschaltphase kann folgendermaßen hergeleitet werden:

Die Eingänge schalten jeweils zum Zeitpunkt $\phi = \frac{\text{Dezimalwert} - \text{Phasenlage}}{2^n} \cdot 360^\circ$, wobei

die Einschaltreihenfolge als dezimale Zahl aus dem Wertebereich 0 bis $2^n - 1$, d.h. in diesem Beispiel bis 15 dargestellt ist. Der Wert 0 entspricht 0 Grad Phasenlage und jeder Schritt 22,5 Grad Phasenlage bzw. einem entsprechenden Zählerwert.

Anzahl der aktiven Ausgänge minus 1	bspw. Ausgang	Dezimalwert der Phasenlage				
		D3	D2	D1	D0	
0	A0	0	0	0	0	0
1	A8	8	1	0	0	0
2	A4	4	0	1	0	0
3	A12	12	1	1	0	0
4	A2	2	0	0	1	0
5	A10	10	1	0	1	0
6	A6	6	0	1	1	0
7	A14	14	1	1	1	0
8	A1	1	0	0	0	1
9	A9	9	1	0	0	1
10	A5	5	0	1	0	1
11	A13	13	1	1	0	1
12	A3	3	0	0	1	1
13	A11	11	1	0	1	1
14	A7	7	0	1	1	1
15	A15	15	1	1	1	1

Man erkennt, daß zur Ermittlung der Einschaltreihenfolge die Bits der Binärzahl in umgekehrter Reihenfolge zu ihrer binären Wertigkeit verwendet werden müssen:

Bit 3 ==> Reihenfolge-Bit 0

Bit 2 ==> Reihenfolge-Bit 1

Bit 1 ==> Reihenfolge-Bit 2

Bit 0 ==> Reihenfolge-Bit 3

Die Reihenfolge ergibt sich demnach zu:

$$\text{Dezimalwert} - \text{Phasenlage} = D3 \cdot 2^0 + D2 \cdot 2^1 + D1 \cdot 2^2 + D0 \cdot 2^3;$$

Jedes Lastelement bzw. jeder zu aktivierende Ausgang wird dabei entsprechend der zeitlichen Reihenfolge der Aktivierung eingetragen und erhält die dieser Position in der Reihenfolge zugewiesene Phasenlage.

Dies soll nachfolgend anhand von maximal 16 parallel aus einem Versorgungsbordnetz ansteuerbaren Lastelementen erläutert werden. Fig.4 skizziert zunächst eine übliche Ansteuerung gemäß dem Stand der Technik ohne Phasenversatz mit einem Duty Cycle von 50% und den resultierenden Gesamtspannungsverlauf, der entsprechend starke Schwankungen und somit auch Oberwellen aufweist. Die Schwankungen sind hier auf Einheitswerte normiert, wobei der Wert 1 einem Lastelement entspricht.

Demgegenüber zeigt nun Fig.5 die eingangs erwähnte Variante einer Ansteuerung aller 16 Lastelemente mit einem Duty Cycle von 50% mit einem gemäß dieser binären Bildungsvorschrift vorgegebenem Phasenversatz und den idealer Weise resultierenden konstanten Gesamtspannungsverlauf.

Von unten nach oben sind in Fig. 5 in der Reihenfolge der Zuschaltung die einzelnen zugeschalteten Ausgänge und entsprechenden Schaltflanken, d.h. der zuerst aktivierte Ausgang A0 wird zum Zeitpunkt 0 aktiv, der zweitfolgende Ausgang A8 dazu invers beim Zeitpunkt 8 und so weiter.

Fig.6 skizziert nun bei dieser Variante einer phasenverschobenen Ansteuerung die Situation bei Aktivierung von 9 aus 16 Lastelementen bei einem Duty Cycle von 50%. Aufgrund der jeweils paarweisen Inversion tritt bei ungeradzahliger Anzahl von Lastelementen eine entsprechende Schwankung in der Belastung auf dem Versorgungsbordnetz auf, welche jedoch von der Schwankungshöhe nur um eine Einheit bezogen auf die Leistungsaufnahme aller Lastelemente schwankt.

Fig.7 skizziert nun das Ansteuerschema dieser Variante einer phasenverschobene Ansteuerung bei Aktivierung von 9 aus 16 Lastelementen bei einem Duty Cycle von 60%. Duty Cycle von größer 50 % bedingen eine Überlappung der aktiven Phasen aufeinanderfolgend aktiver Lastelemente und führen somit zu einer Schwankung in der Gesamtbelastung. Durch die situationsangepasste Vorgabe der Phasenlage kann jedoch die Schwankung auf höchstens 2 Einheitswerte bei 16 möglichen Lastelementen beschränkt werden.

Fällt eines oder mehrere bisher aktive Lastelemente weg, werden diese also ausgeschaltet, wird vorzugsweise eine Neuzuordnung der Phasen wieder analog zu dem vorgenannten Bildungsschema erfolgen.

Diese Varianten der Ansteuerung gingen bisher von Lastelementen mit annähernd gleicher Leistungsaufnahme aus. Liegen Lastelemente mit deutlich unterschiedlicher Leistungsaufnahme vor oder sind die Duty Cycle der einzelnen Lastelemente abweichend voneinander, müssen entsprechend angepasste Phasenschemata hinterlegt werden.

Daher ist es besonders bevorzugt, eine universelle Schaltungsanordnung aufzubauen, bspw. in einem ASIC zu integrieren, in dem eine Mehrzahl unterschiedlicher Phasenschemata frei programmierbar sind und somit je nach Anwendungssituation diese Universalbaugruppe entsprechend den denkbaren Betriebssituationen und dabei auftretenden Lastverhältnissen programmiert werden. Ist die Leistungsaufnahme der Lastelemente über die Zeit zumindest annähernd konstant, reicht es aus, die der Ansteuerschaltung eh zugeführte Information über die aktuell anzusteuernden Lastelemente und deren PWM-Verhältnis auszuwerten und bspw. in einer Look-up-Tabelle ein dazu zugeordnetes Phasenschema zu aktivieren.

Fig.8 skizziert nun noch die Messung des Oberwellenanteils im Versorgungspfad. Der Wechselspannungsanteil auf der Eingangsleitung wird über einen Hochpaß der Steuereinheit zugeführt, die die Leistungsschalter ansteuert. Alternativ könnte ein Shuntwiderstand in Serie in die Eingangsleitung eingeführt werden und über einen Differenzverstärker die Spannung über diesem Shuntwiderstand abgegriffen und dem Hochpaß zugeführt werden. Die Steuereinheit kann dabei jeweils den Wechselanteil als Auswirkung des angelegten Phasenschemas direkt ermitteln. Je nach Ausgangstrom, Anzahl der eingeschalteten Phasen und Pulsweite der einzelnen Ausgänge kann das Phasenschema solange verändert werden bis sich ein minimaler Wechselanteil auf der Eingangsleitung ergibt. Die Veränderung des Phasenschemas kann mittels vorgegebenen Phasenschemata oder durch definiertes Durchstimmen oder dergleichen erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur pulsweitenmodulierten Ansteuerung einer Mehrzahl von Lastelementen, dadurch gekennzeichnet, dass
die Lastelemente jeweils zueinander zeitlich versetzt angesteuert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lastelemente ohmsche Lastelementen in jeweils einem elektrisch unabhängigen Laststromkreis sind und aus einer gemeinsamen Versorgungsleitung, insbesondere einem Kraftfahrzeubordnetz, versorgt werden.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
 - die Lastelemente von einer gemeinsamen Steuereinheit mit einem gemeinsamen Systemtakt phasenversetzt angesteuert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß
 - ein gemeinsamer Systemtakt in einem gemeinsamen Zähler bis zu einem vorgegebenen Zählerendwert hochgezählt wird,
 - für jedes Lastelement ein Startwert und ein Endwert vorgegeben sind,
 - wobei die Startwerte der Lastelemente voneinander abweichen,
 - und die Endwerte der Lastelemente entsprechend dem Puls-Pausenverhältnis bestimmt sind
 - und jedes Lastelement für die Zeitdauer zwischen dem jeweiligen Start- und Endwert bestromt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für unterschiedliche Betriebssituationen unterschiedliche Phasenverschiebungen der einzelnen Lastelemente zueinander vorgegeben werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest einem der folgenden Parameter erfasst wird:
 - Anzahl der aktuell anzusteuernden Lastelemente oder
 - Pulsweite der aktuell anzusteuernden Lastelemente oder
 - elektrische Leistungsaufnahme bzw. dazu proportionale Größe der aktuell anzusteuernden Lastelemente zueinander oder
 - Oberwellenanteil auf der gemeinsamen Versorgungsleitung zeitlich über die Ansteuerung aller Lastelemente hinweg.
7. Ansteuerschaltung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche bestehend aus:
 - einem gemeinsamen Systemtaktgeber und
 - einem Speicherbereich für jedes Lastelement, in welchem die Pulsweite sowie die Phasenlage des jeweiligen Lastelements abgespeichert sind.
8. Ansteuerschaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß
 - Startwert und Endwert für die phasenversetzte pulsweitenmodulierte Ansteuerung abgespeichert sind
 - einem gemeinsamen Zähler, welchen den Systemtakt bis zu einem vorgegebenen Zählerendwert hochgezählt,
 - für jedes Lastelement einen Speicherbereich, in welchem Startwert und Endwert für die phasenversetzte pulsweitenmodulierte Ansteuerung abgespeichert sind
 - und für jedes Lastelement einen Vergleicher und einen Schalter, welcher den Zählerstand mit dem Start- und Endwert vergleicht und in Abhängigkeit davon jeweils den Schalter im Stromkreis zum Lastelement ansteuert.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Reset-Eingang am Zähler vorgesehen ist, durch den die Ansteuerung für alle Lastelemente gemeinsam synchronisiert werden kann, in dem der Zähler rückgesetzt und neu gestartet wird.
10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 10 zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speicherbereich vorgesehen ist, in dem für unterschiedliche Betriebssituationen unterschiedliche Phasenlagen der einzelnen Lastelemente zueinander hinterlegt sind und Mittel zur Erkennung der aktuellen Betriebssituation und Auswahl jener der aktuellen Betriebssituation zugeordneten Phasenlage vorgesehen sind.
11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speicherbereich vorgesehen ist, in denen eine Mehrzahl unterschiedlicher Phasenlagen der einzelnen Lastelemente zueinander über eine Schnittstelle programmierbar ist.
12. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Messanordnung zur Detektion der Oberwellenanteile in der gemeinsamen Versorgungsleitung vorgesehen ist.

1/7

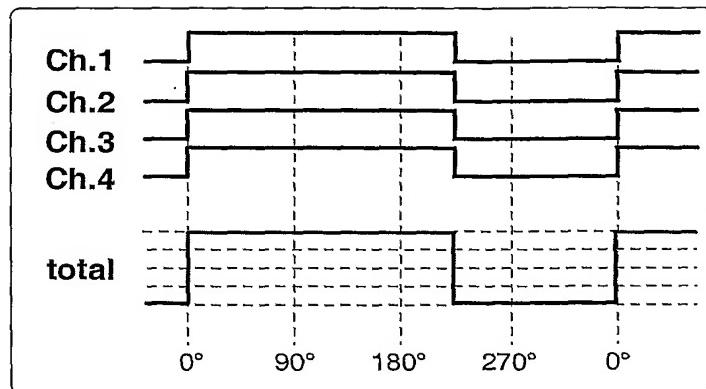
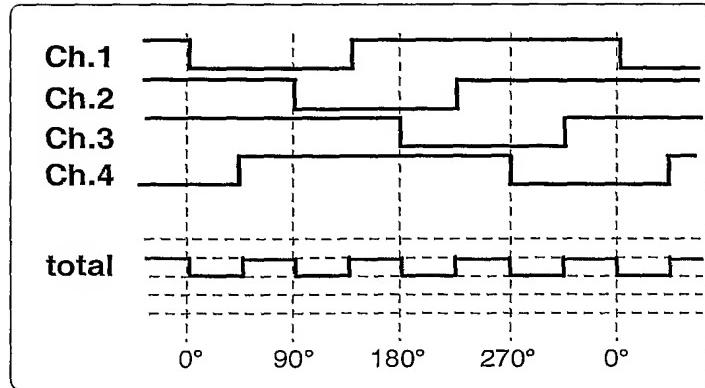
Stand der Technik

Fig. 1

Fig. 2



2/7

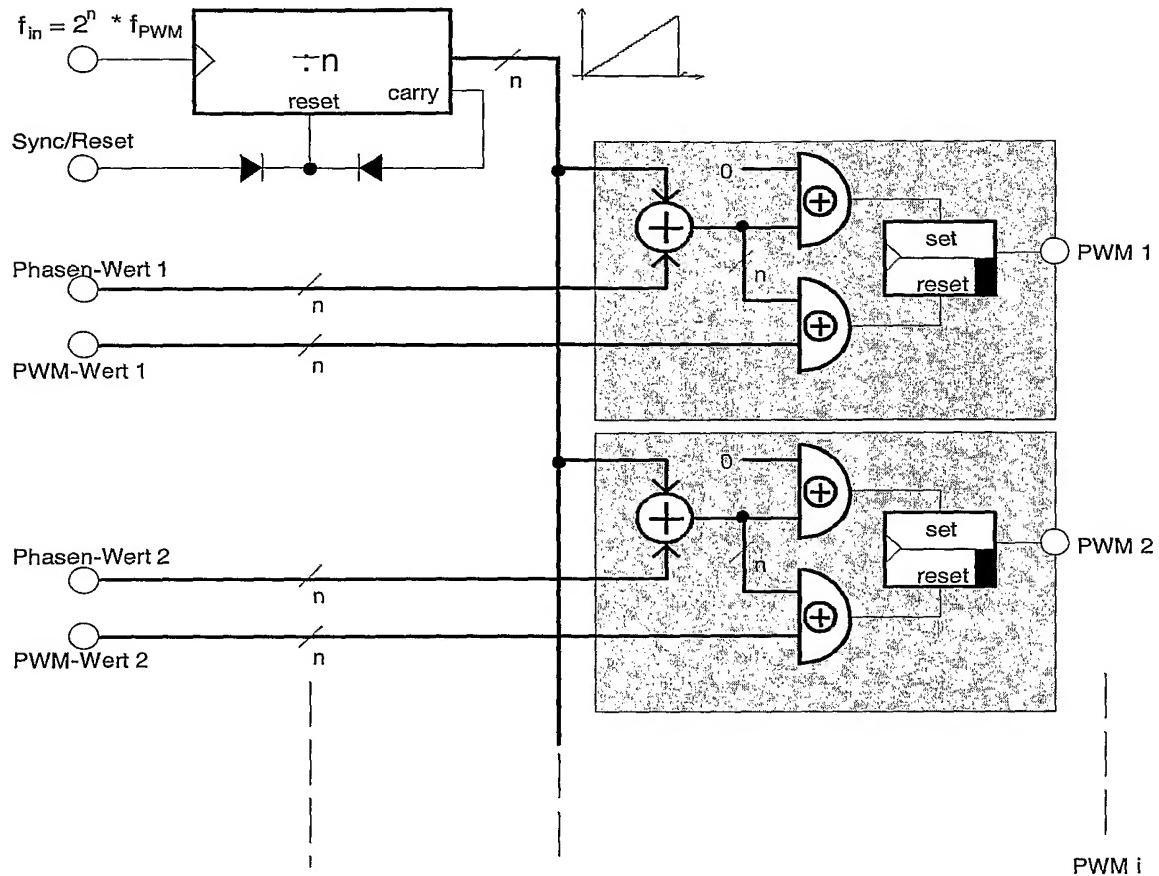


Fig.3

3/7

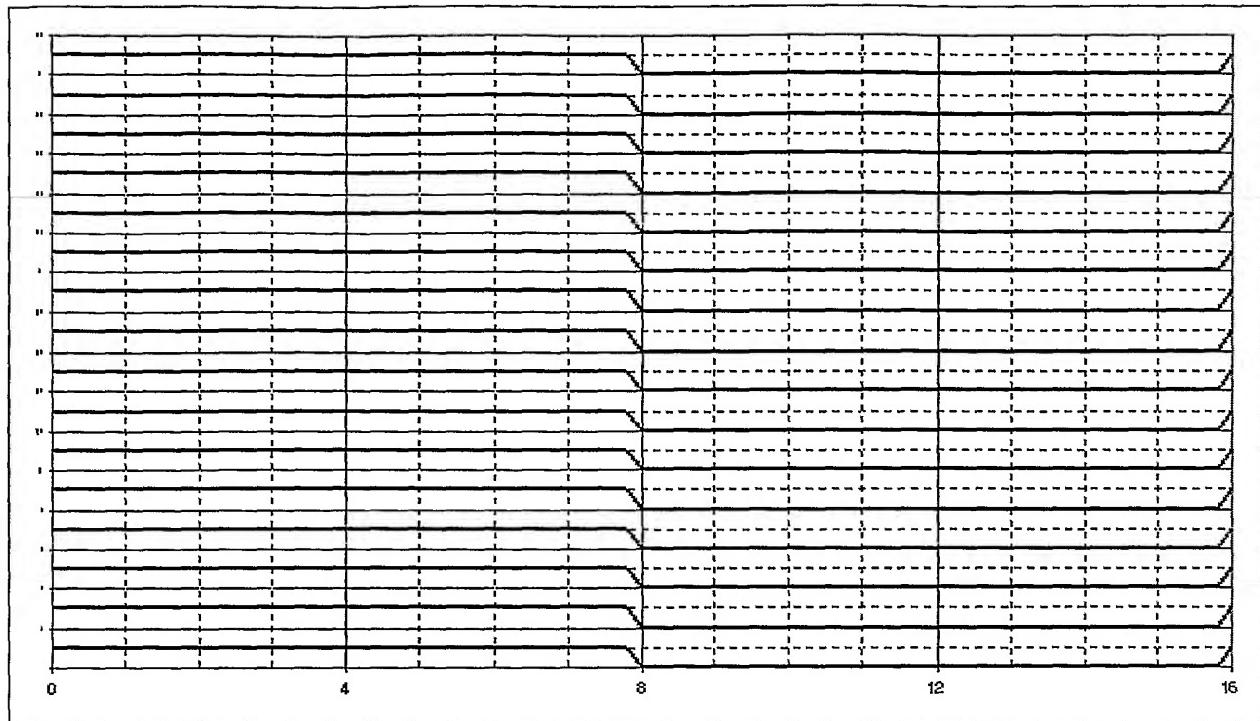
Stand der Technik

Fig.4a
(16 Phasen mit 50% Duty Cycle)

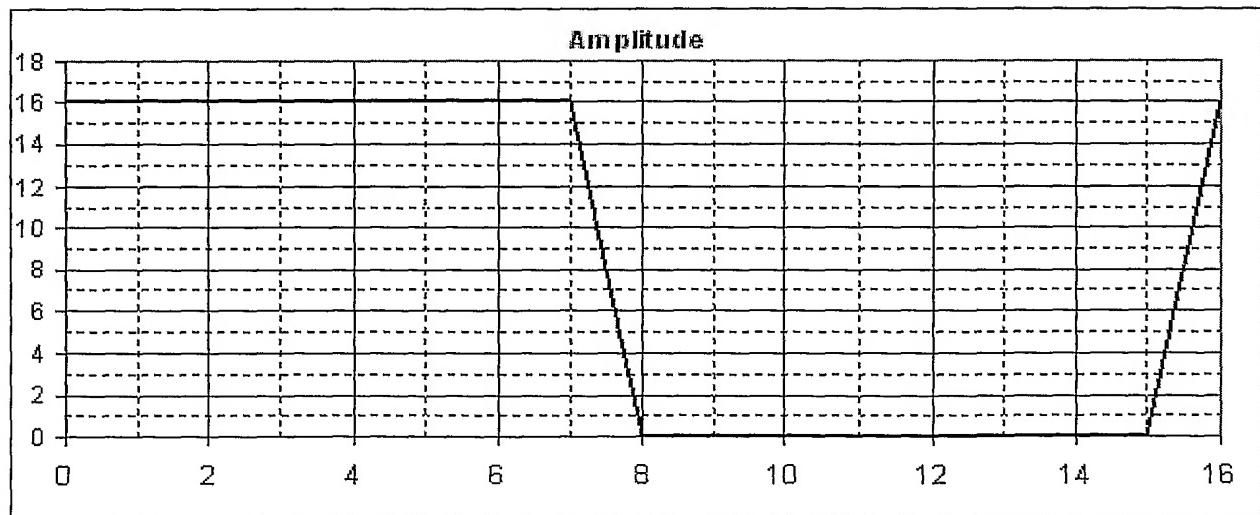


Fig.4b

4/7

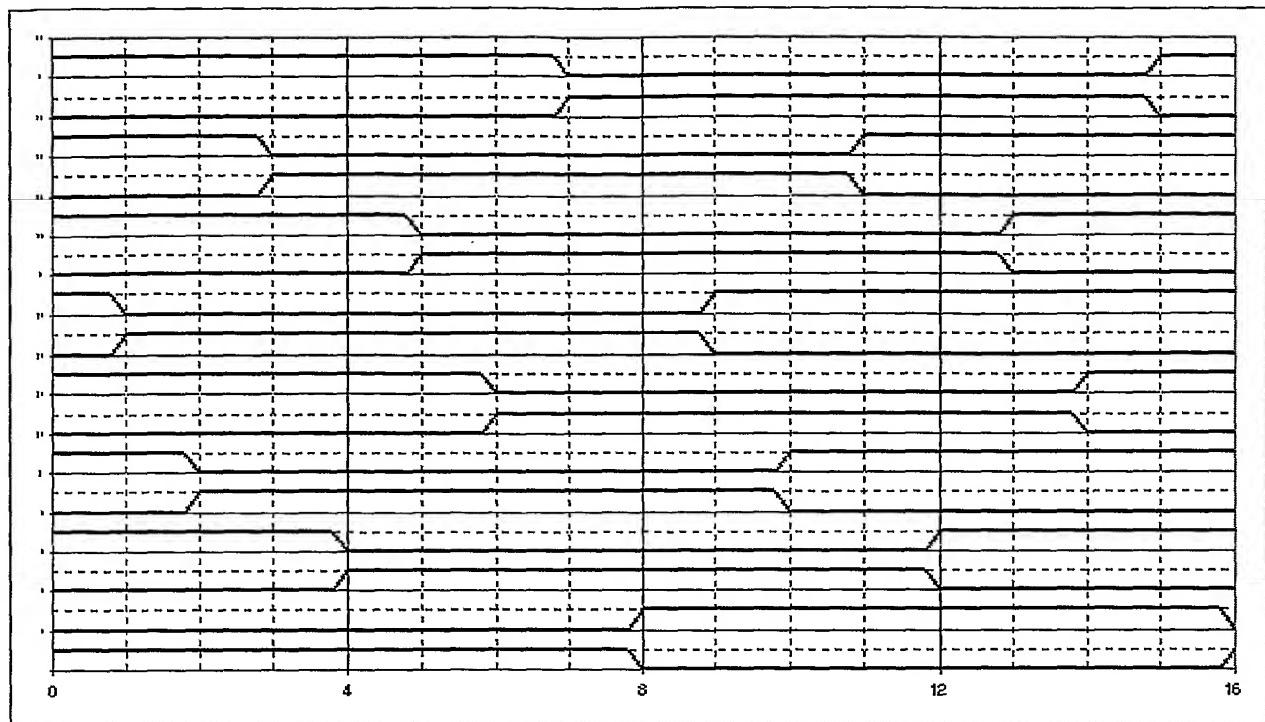


Fig.5a
(Multiphasing mit 16 Phasen mit 50% Duty Cycle)

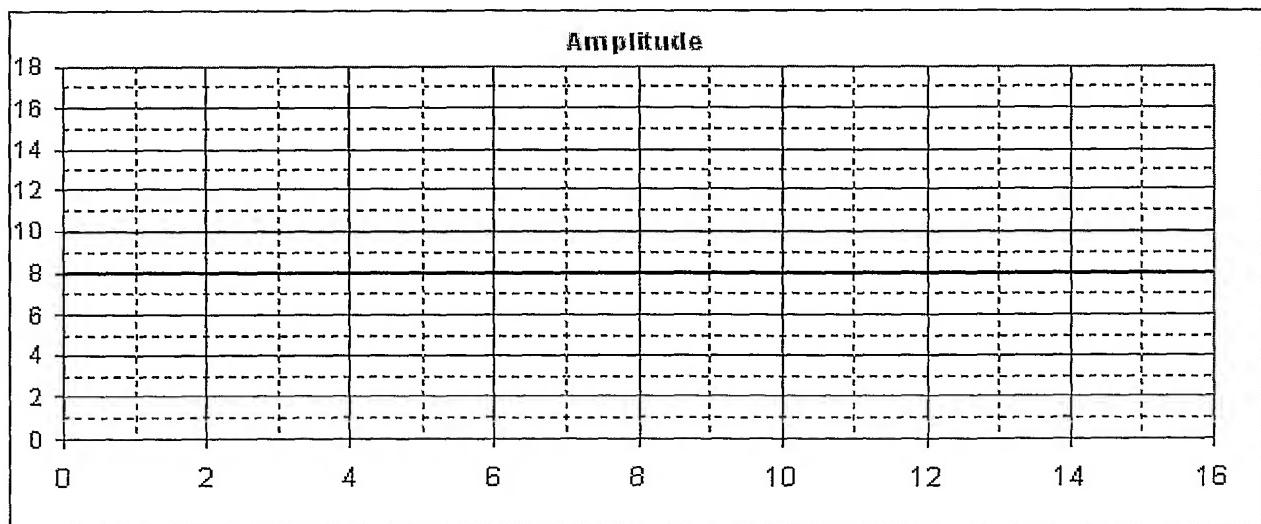


Fig.5b

5 / 7

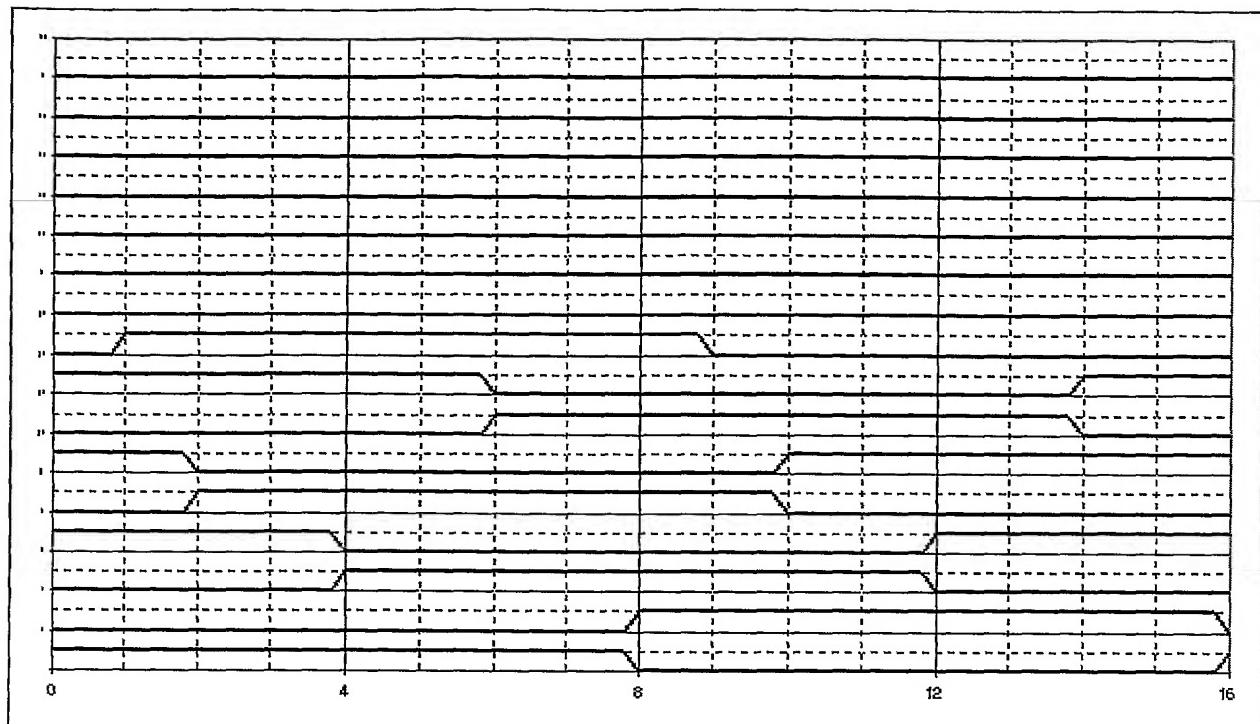


Fig.6a
(Multiphasing mit 9 Phasen mit 50% Duty Cycle)

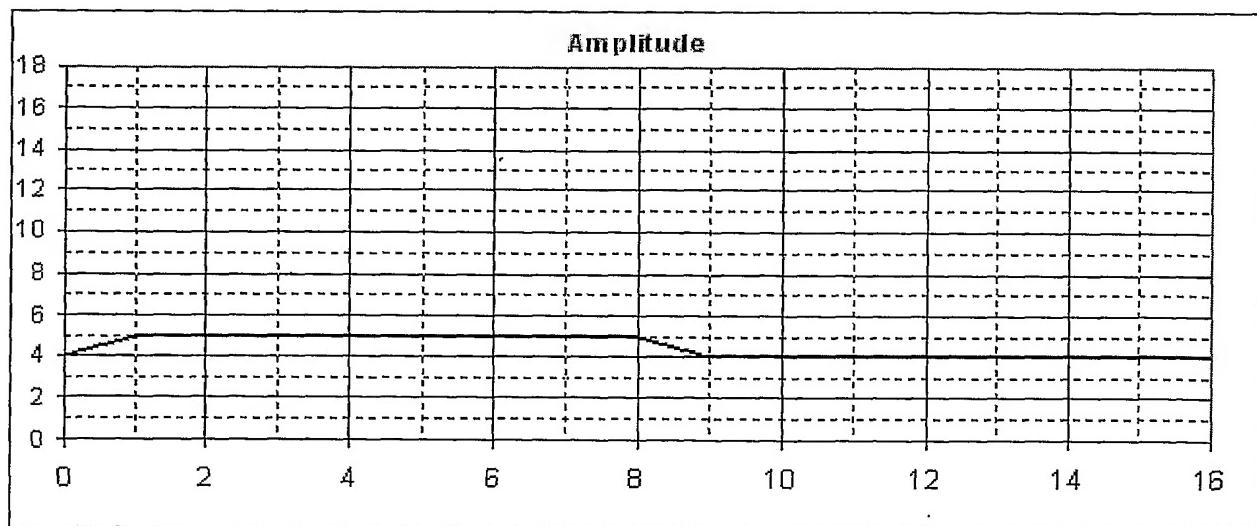


Fig.6b

6 / 7

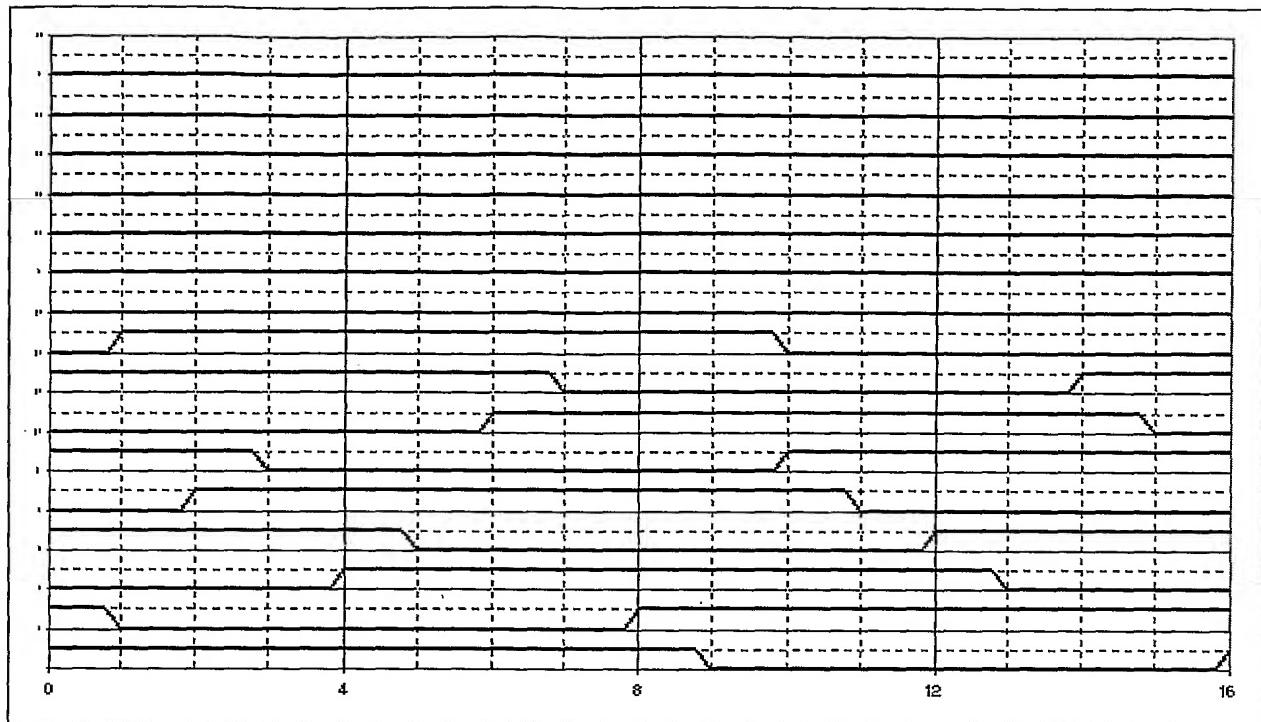


Fig.7a
(Multiphasing mit 9 Phasen mit 60% Duty Cycle)

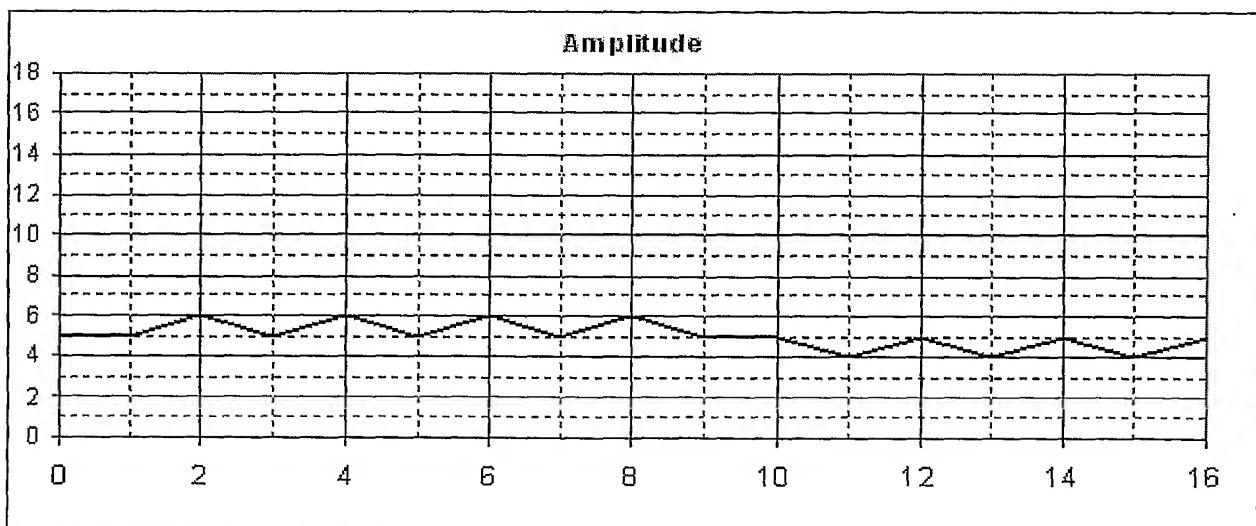


Fig.7b

7/7

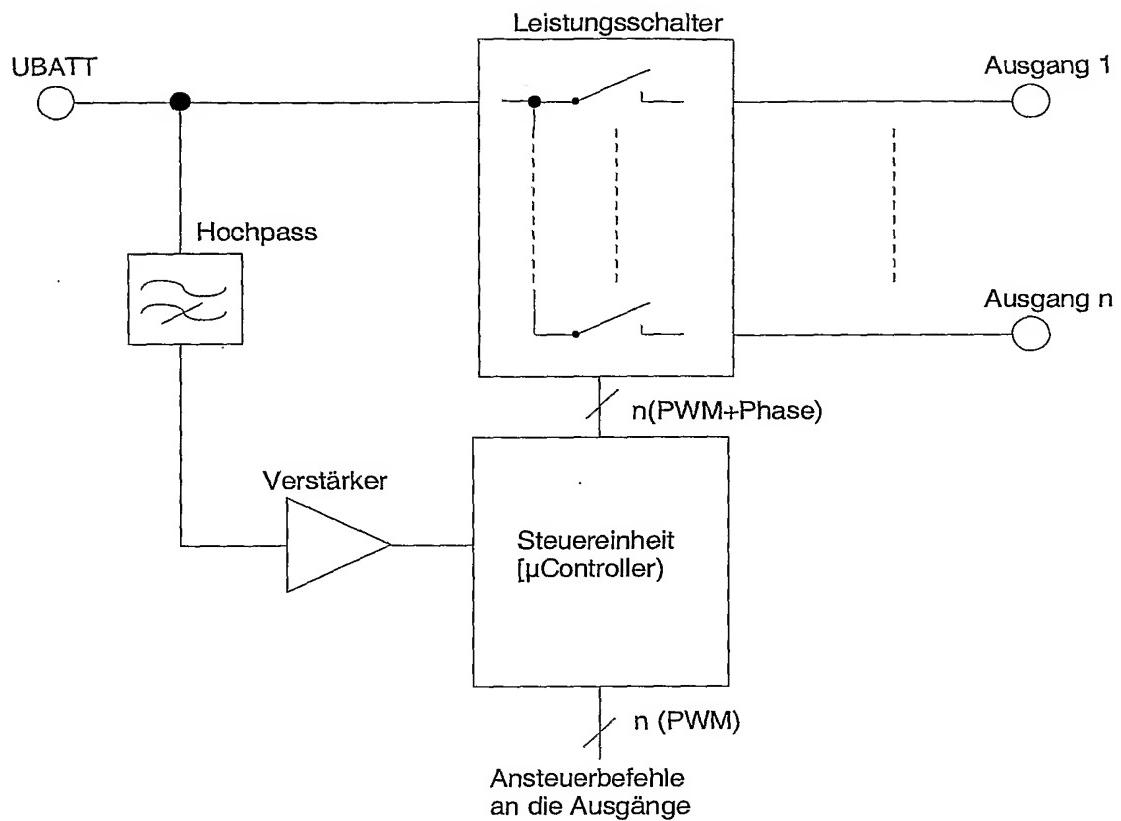


Fig.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/002710

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60R16/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 982 194 A (VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT) 1 March 2000 (2000-03-01) paragraph '0009! - paragraph '0028!; claim 1; figure	1-3,5,6
A	US 4 176 250 A (BERGLIND, BRADFORD L) 27 November 1979 (1979-11-27) column 2, line 9 - column 3, line 50; figures	4,7-12
X	US 5 886 419 A (SAITO ET AL) 23 March 1999 (1999-03-23) column 1, line 31 - column 3, line 30; figures	1-3,5,6
A	US 5 886 419 A (SAITO ET AL) 23 March 1999 (1999-03-23) column 1, line 31 - column 3, line 30; figures	4,7,8
		1,2,4,6, 8,9
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 April 2005

Date of mailing of the International search report

20/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Daehnhardt, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/002710

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 40 06 124 A1 (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE) 5 September 1991 (1991-09-05) column 2, line 19 - column 3, line 22; figures -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002710

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0982194	A	01-03-2000	DE AT DE EP	19838248 A1 278578 T 59910715 D1 0982194 A2	02-03-2000 15-10-2004 11-11-2004 01-03-2000
US 4176250	A	27-11-1979		NONE	
US 5886419	A	23-03-1999	JP JP US US	3203162 B2 9066784 A 5825097 A 5710465 A	27-08-2001 11-03-1997 20-10-1998 20-01-1998
DE 4006124	A1	05-09-1991		NONE	

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002710

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60R16/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 982 194 A (VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT) 1. März 2000 (2000-03-01)	1-3,5,6
A	Absatz '0009! - Absatz '0028!; Anspruch 1; Abbildung -----	4,7-12
X	US 4 176 250 A (BERGLIND, BRADFORD L) 27. November 1979 (1979-11-27)	1-3,5,6
A	Spalte 2, Zeile 9 - Spalte 3, Zeile 50; Abbildungen -----	4,7,8
A	US 5 886 419 A (SAITO ET AL) 23. März 1999 (1999-03-23) Spalte 1, Zeile 31 - Spalte 3, Zeile 30; Abbildungen ----- -/-	1,2,4,6, 8,9

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahe liegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Anmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

13. April 2005

20/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Daehnhardt, A

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/002710

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 40 06 124 A1 (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE) 5. September 1991 (1991-09-05) Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 3, Zeile 22; Abbildungen -----	1-12

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002710

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0982194	A	01-03-2000	DE AT DE EP	19838248 A1 278578 T 59910715 D1 0982194 A2		02-03-2000 15-10-2004 11-11-2004 01-03-2000
US 4176250	A	27-11-1979		KEINE		
US 5886419	A	23-03-1999	JP JP US US	3203162 B2 9066784 A 5825097 A 5710465 A		27-08-2001 11-03-1997 20-10-1998 20-01-1998
DE 4006124	A1	05-09-1991		KEINE		